

УДК535.66, 681.511.22

Арапова С. П., Арапов С. Ю., Москвичёв С. А.
УрФУ, г. Екатеринбург, Россия

Применение эффекта кларификации в полиграфии

Аннотация

Эффект кларификации возникает при специфическом освещении и заключается в увеличении визуально-воспринимаемой насыщенности цветов отражающих объектов. В работе рассмотрены причины возникновения эффекта кларификации. Приведены экспериментальные результаты, говорящие о возможности его направленного использования в полиграфии.

Ключевые слова: кларификация, цветовой охват, RGB-светодиод, icc-профиль.

Arapova S. P., Arapov S. Yu., Moskvichev S. A.
UrFU, Ekaterinburg, Russia

The effect of clarification in printing

Abstract

The effect of clarification occurs in specific illumination and is to increase a visually-perceived color saturation of the reflective objects. The paper considers the causes of the effect clarification. Experimental results suggesting the possibility of its directional use in the printing industry.

Keywords: clarification, color gamut, RGB-led, icc-profile.

Введение

Эффект заключается в увеличении насыщенности цветов отражающих поверхностей при освещении источниками с сильно выраженной неравномерностью спектрального распределения мощности. Хант упоминает о кларификации в п. 10.13 монографии [1]. Проявление эффекта кларификации встречается на диаграммах цветности во многих работах (например,

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

[2]) посвящённых критике методики расчёта индекса цветопередачи R_a [3], разработанной международной комиссией по освещению (МКО). Суть критики заключается в несоответствии между значением R_a и визуально наблюдаемой цветопередачей, взамен предлагаются другие подходы к расчёту R_a .

Обычно «осветитель с низким значением R_a » ассоциируется с понятием «плохой осветитель», и связь эффекта кларификации с низким значением индекса цветопередачи вынуждает считать кларификацию нежелательной, и даже вредной, хотя здесь не следует говорить о прямой связи. Например, в [4] подход основан на подсчёте объёма цветового охвата в виде количества различных цветов. Не исключено, что в этом случае колориметрическое освещение может наоборот выигрывать у других.

Сущность эффекта довольно проста. Как известно самыми визуально насыщенными являются цвета, создаваемые монохроматическими спектральными стимулами. На различных цветовых диаграммах locus этих чистых спектральных цветов определяет границу восприятия насыщенности цвета наблюдателем. По мере расширения спектра стимула от монохроматического к распределённому по всему видимому диапазону, происходит снижение его цветовой насыщенности, и приближение к ахроматическим, нейтральным цветам, и в итоге — к равноэнергетическому стимулу (Illuminant E). Большинство отражающих поверхностей в естественной среде имеют довольно гладкие кривые спектров отражения, что в совокупности с достаточно равномерными осветителями подобными стандартным серии D или A, создают широко распределённые по видимому диапазону стимулы. Таким образом предельно насыщенные цветности принципиально недоступны для большого количества наблюдаемых объектов, в том числе и для печатных оттисков, полученных с помощью стандартных триадных колорантов. Наиболее часто цитируемая оценка цветового охвата стимулов реального мира дана в работе [5], впрочем, впоследствии выдвигались и др. варианты, например, [6].

Ситуация существенно меняется при использовании источников освещения с очень неравномерным спектром. Пример

такой ситуации приведён на рис. 1. Если в освещающем потоке сильно снижена мощность на отдельных участках длин волн (спектр 2 на рис.1), то может наблюдаться увеличение воспринимаемой насыщенности цвета отражающей поверхности за счёт сужения спектрального распределения стимула (Red 2 на рис.1). Автоматизированный лабораторный источник позволяющий создавать такое освещение, описан в работе [7], там же применительно к этому случаю вводится термин «колориметрическое освещение».

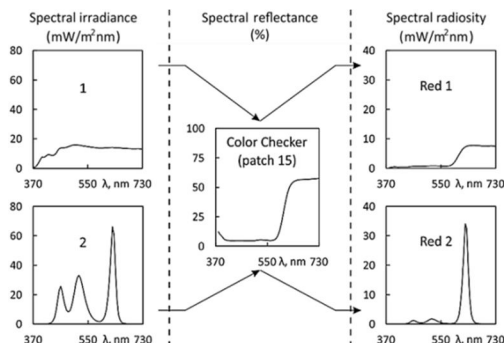


Рис. 1. Возникновение эффекта кларификации на примере 15-го поля шкалы ColorChecker. При колориметрически одинаковом освещении 1 и 2, красное поле во втором случае выглядит насыщеннее из-за того, что спектр отражённого излучения Red 2 имеет вид узкого пика

Очевидный недостаток колориметрического освещения — возможная потеря оттенков для некоторых стимулов оранжевой (телесной), тепло-зелёной цветности. В тоже время современное программное обеспечение систем управления цветом обладает возможностями учёта спектрального состава освещения при просмотре оттисков.

Таким образом, задача практической апробации программ профилирования в условиях применения колориметрических источников освещения представляет несомненный интерес. В случае корректной работы существующих программных решений открывается перспектива направленного использования явления кларификации для расширения цветового охвата пе-

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

чатной продукции и увеличения эффекта от её визуального восприятия.

1. Описание эксперимента

Очевидный недостаток колориметрического освещения — возможная потеря оттенков для некоторых стимулов оранжевой (телесной), тепло-зелёной цветности. В тоже время современное программное обеспечение систем управления цветом обладает возможностями учёта спектрального состава освещения при просмотре оттисков.

Таким образом, задача практической апробации программ профилирования в условиях применения колориметрических источников освещения представляет несомненный интерес. В случае корректной работы существующих программных решений открывается перспектива направленного использования явления кларификации для расширения цветового охвата печатной продукции и увеличения эффекта от её визуального восприятия.

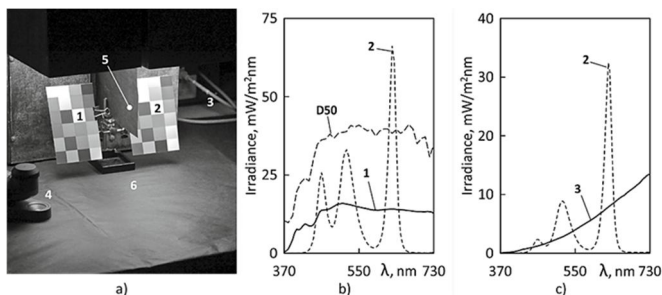


Рис. 2. Схема эксперимента: а) Комбинированный источник освещения с рабочими зонами 1 (освещение близкое к D50) и 2 (эквивалентное RGB); зоны 1 и 2 разделены светонепроницаемой перегородкой 5.

Возможно колориметрическое уравнивание в зоне 2 и внешнего источника, расположенного в зоне 3; 4 – спектрофотометр;

6 – зона перемешивания освещения;

б), в) спектральное распределение облучённости.

Подписи 1, 2, 3 соответствуют рабочим зонам

В большинстве исследований, связанных с изучением свойств источников света, используются физически идентичные цветовые образцы, которые помещаются в зоны с отличающимся освещением [2; 8; 9]. Получаемые при этом результаты основываются на наблюдаемых различиях. Экспериментальное исследование в данной работе отличается тем, что ставится задача получения на принтере пары разных оттисков с одного оригинала, которые визуальнo воспринимались бы одинаковыми, будучи размещёнными в зонах соответствующего им освещения (рис. 1, а). Решение заключается в создании колориметрически равной D50 освещённости оттиска (рис. 1, б), анализе цветопередачи принтера в этих условиях и построения iss-профиля для печати с учётом колориметрического освещения. Визуальная идентичность оттисков может служить подтверждением корректной работы системы управления цветом.

Наиболее точным вариантом визуальной оценки результатов печати с использованием полученных профилей является непосредственное наблюдение различий в одновременном просмотре пары оттисков. Принципиально важно при этом соблюдать колориметрическое равенство освещения в обеих зонах чтобы исключить необходимость учёта хроматической адаптации. Ключевая проблема в этом случае — отклонения от классической колориметрии, описанные в [10; 11]. Наилучший результат автоматического уравнивания в наших экспериментах был получен при использовании функций сопоставления цветов (ФСЦ) системы 10° XYZ МКО 2006 г. Для спектральных измерений освещённости и профилирования принтера использовался спектрофотометр i1Pro (XRite) с открытым программным обеспечением Argyll CMS.

Изображения печатались на термосублимационном принтере Canon Selphy CP800. Принтер обладает широким цветовым охватом. Он опознаётся в системе как устройство RGB. Профилирование проводилось по стандартной методике в три этапа. Вначале проводилась калибровка для улучшения передачи градаций (калибровочная шкала 80 полей), затем следовали предварительное профилирование (шкала 480 полей) и окончательное профилирование (шкала 1120 полей).

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

Спектральная облучённость в зоне колориметрического освещения измерялось и учитывалось при построении профиля средствами Argyll CMS. Калибровочная шкала была общей для обеих зон источника, но с учётом различной освещённости создавалось два разных калибровочных файла. Шкалы для предварительного и окончательного профилирования, создавались отдельно для каждой зоны на основе индивидуальной калибровки. Таким образом, получены два icc-профиля — для зоны со стандартным D50 и зоны с колориметрическим освещением.

С применением профилей распечатывались тестовые фото-реалистичные изображения, и колориметрическая копия шкалы ColorChecker, синтезированная на основе спектров отражения. Отпечатки помещались с соответствующие зоны и сравнивались визуально.

2. Полученные результаты

На основе цветовых значений полей шкал окончательного профилирования, полученных расчётным путём в Argyll CMS, были построены цветовые охваты принтера для зон стандартного и колориметрического освещения (рис. 4.).

Очевидно, что эффект кларификации очень заметен. Основное увеличение насыщенности приходится на красно-зелёное направление в диаграммах цветности.

Проведённая визуальная оценка распечатанного материала является предварительной, поскольку проводилась только внутри коллектива авторов данной работы. Для получения более достоверных и точных результатов требуется проведение масштабных экспериментов с использованием различных печатных устройств и привлечением большого контингента наблюдателей. Методическая сторона исследования нуждается в дополнительном анализе, поскольку в нашем случае управление цветом отпечатков — комплексная проблема, требующая учёта обстоятельств [10–12], которые сами по себе ещё недостаточно изучены.

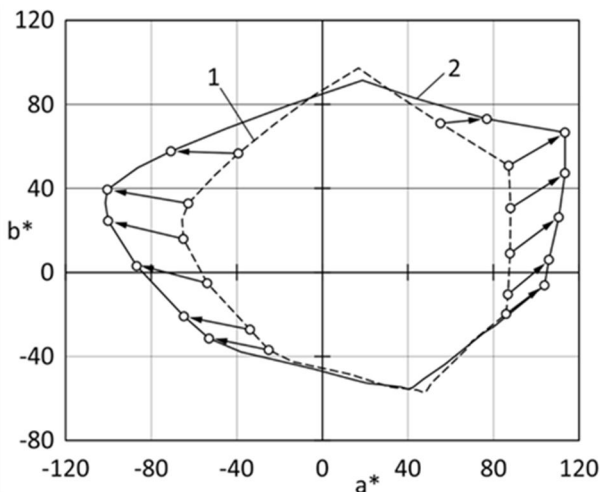


Рис. 3. Сравнение цветовых охватов, построенных по данным профилирования принтера CanonSelphyCP800: 1 – для осветителя D50; 2 – для эквивалентного колориметрического освещения

В результате предварительного визуального сравнения образцов установлено, что стандартная методика профилирования с использованием распространённого оборудования даёт вполне удовлетворительные результаты в условиях колориметрического освещения. Наблюдается удовлетворительное градационное и цветовое совпадение отпечатков, размещённых в соответствующих зонах освещения, как для фотореалистичных изображений, так и для шкалы ColorChecker. Установлено, что отпечатки, подготовленные для условий D50 (рис.1, б) и перцепционно равному ему колориметрическому освещению, показывают удовлетворительное совпадение и для аналогичных условий, соответствующих Illuminant A (рис. 1, в).

Выводы

В колориметрическом освещении происходит расширение тела цветового охвата. Становятся достижимыми некоторые цвета, недоступные для обычного режима просмотра результатов печати.

3. Квалиметрия, управление качеством и стандартизация

Столь существенное изменение колориметрических параметров оттисков может быть корректно учтено с помощью существующих систем управления цветом. При их использовании на данном этапе исследований не обнаружено какой-либо существенной деградации отпечатанных изображений.

Явление кларификации уже сейчас может быть успешно использовано на практике для повышения эффективности восприятия оттисков при применении дополнительной колориметрической подсветки. Такой же эффект следует ожидать и при её применении в лайт-боксах.

Эффект кларификации заслуживает серьёзного исследования в связи повсеместным внедрением светодиодных систем освещения, в том числе и с регулируемой цветностью на основе RGB-диодов. Недостаточный учёт изменения цветовой насыщенности и градационной передачи может не только искажать содержание иллюстраций в печатной продукции, но и приводить к нежелательным гигиеническим последствиям, таким как повышенная утомляемость, или наоборот возбуждимость, при восприятии окружающей обстановки. Возможно, RGB-светодиодные источники следует применять только для решения специализированных задач, подобных рассмотренным в этой работе.

Список литературы

1. Hunt R.W.G. The Reproduction of Colour. 6th revised edition. NJ: John Wiley & Sons, 2004. 724 p.
2. Li C., Luo M.R., Li C. Evaluation of light sources based on visual colour rendering // Color and Imaging Conference. Society for Imaging Science and Technology. 2008. Vol. 2008. P. 201–204.
3. CIE 013.3–1995 Method of Measuring and Specifying Colour Rendering Properties of Light Sources.
4. Computing the number of distinguishable colors under several illuminants and light sources / Perales E. et al. // Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision. Society for Imaging Science and Technology, 2006. Vol. 2006. P. 414–419.

5. Pointer M. R. The Gamut of Real Surface Colours // Color Res. Appl. 1980. Vol. 5. № 3. P. 145–155.
6. Inui M. et al. Color Gamut of SOCS and its Comparison to Pointer's Gamut // NIP & Digital Fabrication Conference. Society for Imaging Science and Technology, 2004. Vol. 2004. P. 410–415.
7. Арапова С. П., Арапов С. Ю., Солодова М. С. Автоматизированный лабораторный источник света для исследований цветопередачи при колориметрическом освещении // Материалы международной научно-практической конференции (Екатеринбург, 19–20 марта 2015 г.). Передача, обработка, восприятие текстовой и графической информации. Екатеринбург: УрФУ, 2015. С. 34–46.
8. Schanda J. The concept of colour rendering revisited // Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision. Society for Imaging Science and Technology, 2002. Vol. 2002. P. 37–41.
9. Park Y. Approach to CRI (Colour Rendering Index) for full colour RGB LED source lighting // Color and Imaging Conference. Society for Imaging Science and Technology, 2010. Vol. 2010. P. 371–374.
10. Шанда Я., Шути П. Улучшенное описание метамерного излучения светодиодных кластеров // Светотехника. 2009. № 6. С. 8–12.
11. Getting color right: improved visual matching with LED light sources / Csuti P. et al. // PLDC 3rd Global Lighting Design Convention. 2011. P. 19–22.
12. Oicherman B., Luo R. M., Robertson A. R. Observer metamerism and colorimetric additivity failures in soft-proofing // Color and Imaging Conference. Society for Imaging Science and Technology, 2006. Vol. 2006. P. 24–30.